

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

SÁLAVÉ SYSTÉMY VYTÁPĚNÍ

RADIANT HEATING SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR FOUČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KATOLICKÝ. PhD.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Fouček Petr

který/která studuje v bakalářském studijním programu

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sálavé systémy vytápění.

v anglickém jazyce:

Radiant heating systems.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracovat souhrn sálavých otopných soustav a prvků používaných v těchto soustavách. Provést zhodnocení těchto otopných soustav a vhodnost jejich použití.

Cíle bakalářské práce:

Cílem práce je zhodnotit a popsat specifika sálavých otopných soustav a prvků používaných v těchto soustavách. Provést zhodnocení těchto otopných soustav a vhodnost jejich použití.

Seznam odborné literatury:

Petráš, Koudelková, Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění, JAGA GROUP 2004

Kotrbatý, Seidl: Průmyslové otopné soustavy, STP 2005

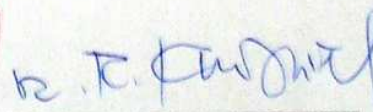
BROŽ, K.: Vytápění, Skripta ČVUT 1998

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 26.11.2008

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavudoc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce na téma „Sálavé systémy vytápění“ je shrnout používané systémy, jejich jednotlivé komponenty, posoudit přednosti a nedostatky tohoto systému. Práce je zaměřená na všeobecné seznámení s vytápěním sálavým a přiblížení problematiky podlahového vytápění a vytápění průmyslových budov, jejich rozdělení a seznámení s jednotlivými principy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sálavé systémy, podlahové vytápění, sálavé panely, zářiče.

ABSTRACT

The aim of my work on the theme „Radiant systems heating“ is to summarize used systems, it's individual components, pass judgment on preferences and shortcomings of this systems. The work is oriented on general familiarization with radiant heating and approximation the proposition floor heating and heating industrial buildings, their parting and identification with their particular principle.

KEY WORDS

Radiant systems, floor heating, radiant panel, holder.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FOUČEK, P. *Sálavé systémy vytápění*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 29 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Sálavé systémy vytápění vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

27. května 2009

.....
Petr Fouček

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Jaroslavu Katolickému, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	HISTORIE SÁLAVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	9
2.1	Princip Sálavého vytápění	9
2.2	Sálavé otopné systémy	9
2.3	Rozdělení sálavých systémů.....	10
2.4	Charakteristika velkoplošného podlahového vytápění	11
2.4.1	Rozdělení podlahového vytápění.....	12
2.4.2	Dělení podle média	13
2.4.3	Dělení podle montáže	13
2.4.4	Dělení podle materiálu.....	15
2.4.5	Dělení podle provedení	15
2.5	Podlahového vytápění na našem trhu.....	18
2.6	Výhody a nevýhody podlahových systémů	22
2.7	Vytápění průmyslových objektů	22
2.8	Otopné sálavé systémy pro průmyslové objekty.....	23
2.8.1	Tmavé Zářiče.....	24
2.8.1.1	Horkovodní sálavé systémy	24
2.8.1.2	Zářiče s plamenným spalováním	26
2.8.2	Světlé zářiče	26
2.9	Hlavní výhody zářičů	27
3	ZÁVĚR.....	28
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	29

1 ÚVOD

V současné době se kladou velké nároky na úspory energie. Což má za následek zvyšování efektivity vytápění, jak obytných, tak i průmyslových objektů. Naskytá se otázka proč používat sálavé systémy vytápění. Hlavním důvodem pro použití sálavého vytápění jsou především ekonomické důvody, vyplývající z obecně známých principů o hospodaření s teplem. Je známo, že tepelné ztráty vytápěného objektu a tím i spotřeba energie přímo úměrně stoupají s teplotou vzduchu uvnitř. A to platí, jak pro ztráty prostupem tepla stěnami, tak i pro ztráty větráním. Je tedy zcela evidentní, že použití sálavého vytápění musí přinést snížení provozních energetických nákladů. Je prokázáno z výpočtů rozdílů teplot, že snížení otopné teploty o 1 °C, znamená snížení nákladů o asi 7 % a určitě tedy stojí za to používat sálavé vytápění všude tam, kde to jen je možné. Protože podlahové, či stěnové otopné systémy jsou investičně dost nákladné a v některých případech i neproveditelné, byly hledány další cesty pro využití sálavého vytápění i pro velkoprostorové objekty, především průmyslového rázu. Jednou z cest se jevila možnost náhrady vytápěných stavebních konstrukcí otopnými tělesy, ovšem o podstatně vyšších povrchových teplotách. Můžeme totiž sálat buď geometricky velkými tělesy o nižší povrchové teplotě, nebo menšími o vyšší teplotě. A právě to byl důvod vzniku a vývoje zářičů, které jako tělesa o vyšší teplotě vyzařují (sálají) energii a ta se, výhodně, mění teprve po dopadu na předměty a osoby (snížení ztrát energie dopravou), na teplo.

2 HISTORIE SÁLAVÉHO VYTÁPĚNÍ

Prvními uměle vytvořenými sálavými soustavami byli tedy již ohniště v chýších primitivního člověka a k sálavému vytápění patřily také krby ve středověkých hradech. Principem se těmito oběma dávnými způsoby vytápění podobají moderní plynové zářiče. Velmi dokonalého sálavého vytápění se stěnami zahřívány vzduchem, užívali ve svých lázních již staří Římané a k sálavým otopným plochám s mírnou povrchovou teplotou je možno také počítat starodávná kachlová kamna minulých století. Historie sálavého vytápění je tedy velmi stará. Vývoj moderního sálavého vytápění se však obvykle počítá až od roku 1906, kdy v Anglii A. H. Barker poprvé použil k vytápění plochých nástěnných panelů s otopnými trubkami zalitými v sádrové omítce. Z těchto nástěnných sálavých panelů se pak brzy vyvinuly stropní a později i podlahové otopné plochy se zabetonovanými trubkami (systém Crittall). Později (před druhou světovou válkou) byly vyvinuty kovové sálavé panely, kterých se používalo zejména pro vytápění vysokých prostorů (průmyslových provozoven) [3].

2.1 Princip sálavého vytápění

Při sálavém vytápění interiérů se využívá hlavně sálavý tepelný tok vytápěné plochy, kterým se přímo, bez vnitřního vzduchu jako prostředníka, zahřívají okolní plochy a stěny stavebních konstrukcí. Na přenos tepla konvekci připadá jen velmi malá část tepelného toku. Proto i vnitřní povrchové teploty stavebních konstrukcí tvořících interiér jsou u sálavého vytápění teplejší než vzduch v těchto místnostech (na rozdíl od konvenčního vytápění). Je tedy zřejmé, že při sálavém vytápění se podstatná část tepla šíří sáláním a jen malé množství tepelného toku je odevzdáváno konvekci.

Proto cílem vytápění interiérů je zabezpečit tepelnou pohodu člověka. To znamená, že musí být dosaženo takových poměrů, při kterých člověk necítí ani chlad ani nadměrné teplo.

2.2 Sálavé otopné systémy

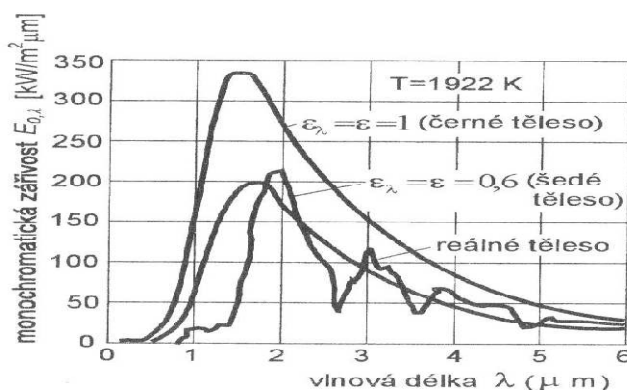
Otopné systémy jsou založeny na přenosu tepla radiací. Zde platí Stefanův-Boltzmannův zákon. Ten vysvětluje tepelné záření těles konečné teploty. Tepelné záření je na rozdíl od přenosu tepla konvekci a vedením nezávislé na přítomnosti látky, která zprostředkuje přenos tepla. Základním vztahem pro výpočet takového systému je vztah daný Stefanovým - Boltzmannovým zákonem (1).

$$q = E_0 = \sigma \cdot T^4 \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (1)$$

Kde $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{K}^4\text{]}$ je Stefanova – Boltzmanova konstanta a T je teplota povrchu zářícího tělesa. Tento vztah platí pro tzv. černé těleso. Černé těleso je idealizovaný model zářiče, u kterého se předpokládá maximální možné vyzáření energie. Skutečné idealizované těleso definuje poměrná zářivost ϵ , která udává poměr efektivnosti záření mezi modelově skutečným a ideálním zářičem v intervalu od 0 do 1. Takové modelové těleso se nazývá šedé těleso. Potom vztah (1) přejde na tvar rovnice (2). [11]

$$q = E_0 = \sigma \cdot \epsilon \cdot T^4 \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (2)$$

Poměr mezi ideálním a skutečným tělesem je tedy jednou z parametrů, které charakterizují kvalitu sálavého zařízení. Rozložení zářivosti černého, šedého a reálného tělesa je na obr. 1.



Obr. 1 - Rozložení zářivosti šedého tělesa [9]

Důležitým parametrem je tedy při řešení sálavých systémů jejich výkon udávaný výrobcem při jisté teplotě povrchu, nebo při jistém příkonu zařízení. Z takového údaje lze potom usuzovat na rozložení teplot pod takovýmto zdrojem tepelné energie.

2.3 Rozdělení sálavých systémů

Sálavé otopné systémy lze rozdělit na:

1. Velkoplošné vytápění (podlahové, stěnové, stropní otopné plochy)
2. Celkové vytápění zavěšenými sálavými panely
3. Individuální vytápění blízkými deskami
4. Vytápění infračervenými zářiči

1. Velkoplošné sálavé vytápění

Otopnou plochu při velkoplošném sálavém vytápění představuje obvykle některá ze stěn ohraničujících vytápěný prostor, a to buď strop, stěna, nebo podlaha. Povrchová teplota otopné plochy je poměrně velmi nízká, 40 až 45 °C u stropního vytápění, 25 až 30 °C u podlahového vytápění a 55 až 60 °C u svislých otopných ploch [5].

- Stěnové sálavé vytápění

Předností konstrukcí s trubkami zazděnými ve stěnách je jednoduchost, poměrně snadná montáž a dále velká odolnost zařízení. Nevýhodou je velká tepelná setrvačnost stěn se zazděnými otopnými trubkami. Stěnové vytápění s sebou nese zvětšení prostoru a neruší styl zařízení interiéru. Při instalaci stěnového topení ale musíme počítat s tím, že topné stěny by měly zůstat nezakryty nábytkem (což v malých interiérech může být pořádný problém). Instalace probíhá mokrou, nebo suchou metodou. V prvním případě jsou trubky uloženy pod omítkou, ve druhém jsou uloženy v sádkartonových deskách přichycených na podkladové konstrukci.

- Stropní sálavé vytápění

U stropního vytápění je k dispozici celý strop. Povrchová teplota stropní otopné plochy může být vyšší než povrchová teplota podlahové plochy. Poměr mezi sáláním a konvekcí je u stropu velmi příznivý, přibližně 2,5:1. Nevýhodou stropního vytápění je v tom, že největší sálavý účinek otopné plochy (nejvyšší účinná teplota ploch) je v místě hlavy, která je velmi citlivá na přehřívání. V posledních letech se strop, používá spíše ke chlazení.

- Podlahové sálavé vytápění

U podlahového vytápění je naopak nevýhodné, že povrchová teplota nesmí být z fyziologických důvodů vyšší než 25 až 30 °C a dále to, že obvykle je k dispozici jen část podlahy (plocha je zakryta nábytkem apod.). Tepelný výkon podlahy proto velmi často nedostačuje k vytápění místností, takže podlahové vytápění pak musí být doplněno ještě jiným způsobem vytápění. Předností podlahového vytápění je, že otopná plocha bezprostředně ohraničuje z jedné strany vytápěný prostor, takže osálení lidského těla je poměrně příznivé.

2. Celkové vytápění zavěšenými sálavými panely

Užívá se pro celkové vytápění vysokých prostorů (např. průmyslových provozoven). Panely jsou zahřívány horkou vodou nebo párou. Teplota účinného (spodního) povrchu panelů je nejvýše 120 až 140 °C, horní strana panelů musí být dobře izolována.

3. Individuální vytápění blízkými deskami

Tento způsob lze užít jen v případech, kde jde o ojedinělá pracovní místa ve velkých prostorech, nebo o pracovní místa, na nichž se vyžaduje vyšší výsledná teplota než v ostatním prostoru (např. při kontrole výrobků atd.). Desky jsou zahřívány teplou vodou nebo elektricky odporovým teplem, povrchová teplota svislých desek umístěných těsně kolem pracovního místa má být nejvýše 60 až 70 °C.

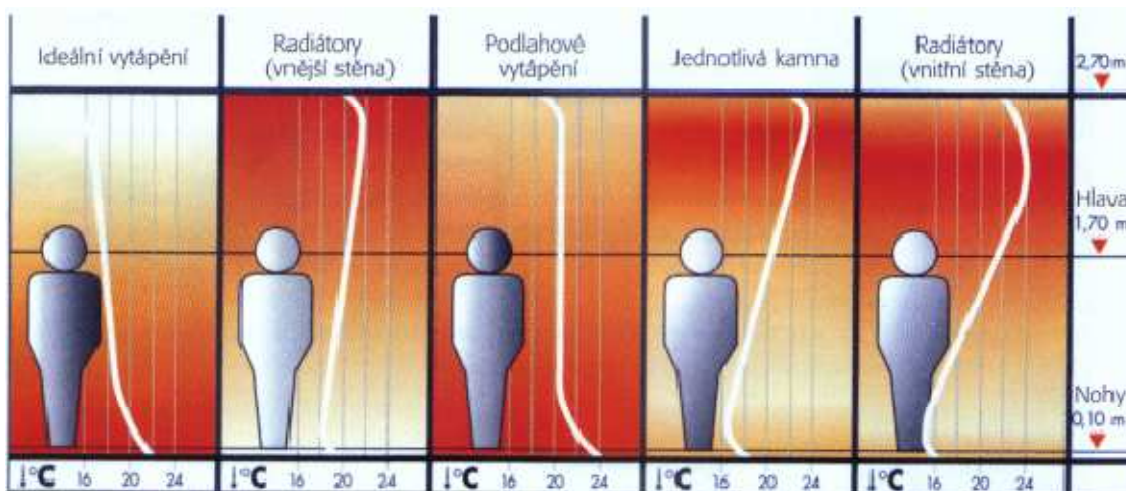
4. Vytápění infračervenými zářiči

V poslední době se začíná stále častěji používat k vytápění místností plynových nebo elektrických infračervených zářičů. U plynových zářičů je zdrojem sálání keramická deska, která se bezplamenným povrchovým spalováním plynu zahřívá na teplotu 800 až 900 °C. U elektrických zářičů je zdrojem sálání keramické tělísko nebo kovová trubka s keramickou náplní, zdroj je odporově zahříván na teplotu 400 až 800 °C. Infračervenými zářiči se s úspěchem vytápějí zejména půdorysně rozlehlé a vysoké místnosti a dále místnosti, kterých se používá jen krátkodobě (koupelny).

2.4 Charakteristika velkoplošného podlahového vytápění

Velkoplošné podlahové vytápění bylo v minulosti používáno jako doplňkové ke stropnímu vytápění v případech, kdy plocha stropu nestačila na pokrytí tepelných ztrát. Výraznějšímu rozšíření podlahového vytápění bránil i požadavek na nízké teploty povrchu podlahy, tudíž i malý tepelný výkon. Nové konstrukce, architektonické návrhy, zlepšení technických vlastností budov a nové materiály pro provedení vytápěcích systému v současnosti umožnily vznik celé řady systémů podlahového vytápění.

Volba podlahového vytápění je podmíněna především charakterem samotného objektu. Ten musí splňovat tepelně technické vlastnosti, aby zejména průměrná tepelná ztráta byla menší než 20 až 25 W/m^3 , resp. průměrná roční spotřeba tepla nižší než 70 až 80 kWh/m^2 [1]. Z uvedeného vyplývá, že minimální energetická náročnost je způsobena především vlastním objektem, dále provozním režimem s možností akumulace tepla v podlaze s tepelnou setrvačností přibližně 4 až 8 hodin a s vysokým stupněm samoregulace.



Obr. 2 - Pole teplot při použití jednotlivých druhů vytápění [1]

Tepelný stav interiérů s podlahovým vytápěním bývá obvykle o 2 až $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ nižšími výslednými teplotami než při konvekčním vytápění a zároveň takřka ideálním vertikálním a horizontálním rozložením gradientu teplot [1].

2.4.1 Rozdělení podlahového vytápění

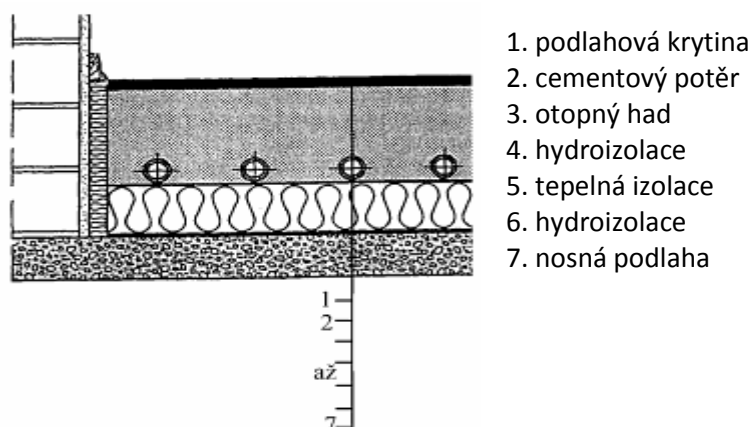
Současný trh nabízí několik konstrukčně odlišných řešení. Varianty mezi teplovodním a elektrickým vytápěním, u teplovodního si navíc vybrat mezi mokrým či suchým způsobem instalace, u elektrického zase mezi vytápěním akumulacím nebo přímým. Jistou míru naší volby ovlivní skutečnost, zda stavíme nový dům nebo pouze rekonstruuujeme otopnou soustavu ve starším objektu.

Přehledné rozdělení podlahového vytápění představuje následující tabulka [3]:

Rozdělení podle	Velkoplošné podlahové vytápění
Teplonosné látky	Teplovodní, elektrické, teplovzdušné
Montáže	Mokrý proces, suchý proces
Provedení	Meandr, plošná spirála
Materiálu potrubí	Kovové, plastové, vícevrstvé
Uložení otopného hadu	Zabudované, volně ukládané

2.4.2 Konstrukce podlahového vytápění

Žádná část konstrukce podlahy není pevně spojena s konstrukcí objektu. Základní hrubá skladba konstrukce podlahového vytápění:



obr. 3 - Konstrukce podlahového vytápění [2]

Skladba konstrukce se může mírně lišit podle druhu použitých systémů. Liší se konstrukční výšky podlah podle jejich umístění. Normy, které je nutno dodržovat [4]:

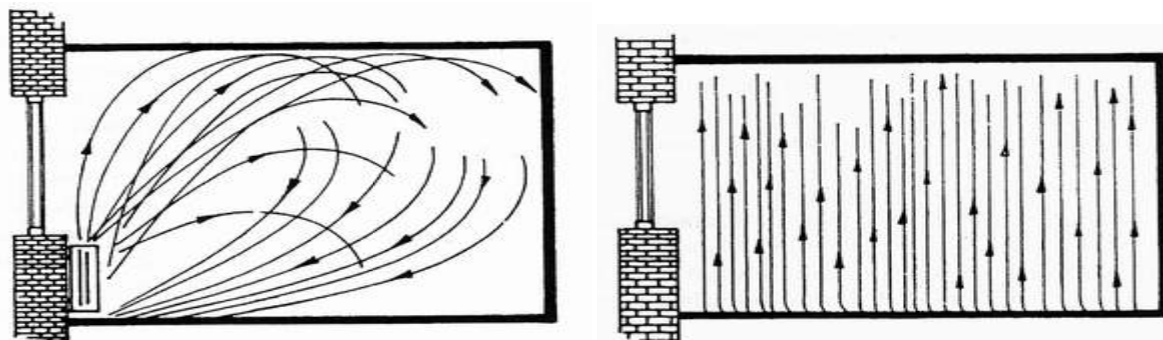
- DIN 4117 Izolace staveb proti zemní vlhkosti
- DIN 4122 Izolace staveb proti beztlakové povrchové vodě
- DIN 18195 Izolace staveb
- DIN 18336 Izolace proti tlakové vodě
- DIN 18337 Izolace proti beztlakové vodě

2.4.3 Dělení podle média

TEPLOVODNÍ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Patří mezi sálavé otopné soustavy, avšak s tím, že podíl sálavé složky na celkovém přenosu tepla z otopné plochy je jen o něco vyšší než tepelný tok konvekci (55 % : 45 %) [3].

Kvůli hygienickým požadavkům, souvisejícím s požadovanou povrchovou teplotou podlahy a tím daným relativně nižším specifickým tepelným výkonům otopné podlahy, jsou otopné trubky téměř vždy uloženy pod celou podlahou. To mimořádně pozitivně ovlivňuje rovnoměrnost přenosu tepla v interiéru a napomáhá vytvářet teplotně homogenní prostředí, ať již ve vertikálním, nebo horizontálním směru obr. 4.



Obr. 4 - Proudění vzduchu při radiátorovém a podlahovém vytápění [3]

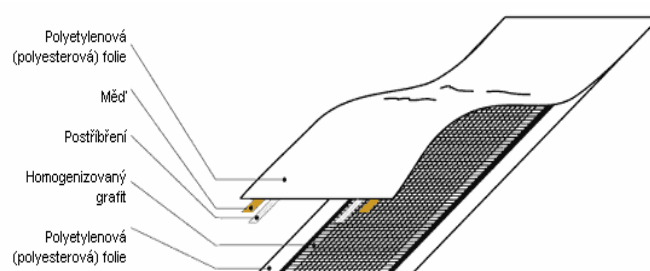
ELEKTRICKÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Podlahové elektrické vytápění lze použít tam, kde je rozhodující nízká stavební výška podlahy. Elektrické vytápění, lze provádět v různých provedeních:

- Topné folie

Celková tloušťka folie přibližně 0,4 mm, nachází uplatnění u podlahového vytápění a temperování interiérů novostaveb. Díky malé tloušťce je vhodná k využití při rekonstrukci, kdy může být umístěna přímo na původní podlahu pod novou nášlapnou vrstvou.

Vyrábí se s plošnými výkony 150 až 200 W/m² pro podlahové vytápění při instalaci do betonu, 60 W/m² pro dřevěné podlahy a 80 W/m² pro laminátové podlahy [6].

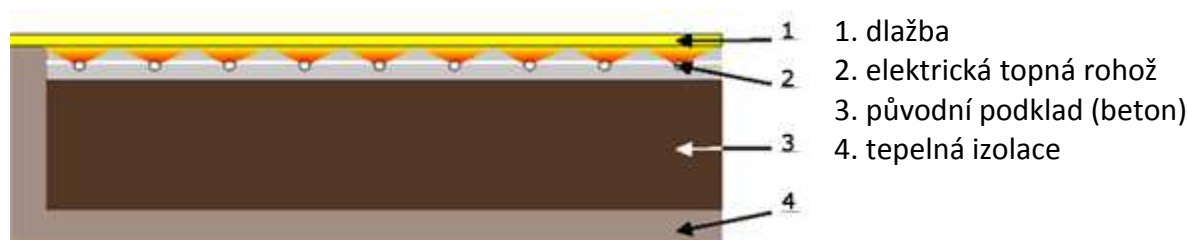


Obr. 5 - Elektrická topná fólie [6]

- Topné rohože

Tyto rohože obr. 6. (tloušťka cca 3 – 6mm) jsou vyráběny z topných kabelů jako šité, nebo lepené. Rohože jsou určeny především do interiérů pro hlavní nebo doplňkové vytápění. Pro svou malou tloušťku jsou vhodné v případě renovací podlah.

Rohože se vyrábějí ve standardní šířce 0,5 m a v délkách od 1 do 20 m, s plošným výkonem od 100 do 160 W/m² (podle výrobce) [3].



Obr. 6 - Elektrická topná rohož [6]

- Topné kabely

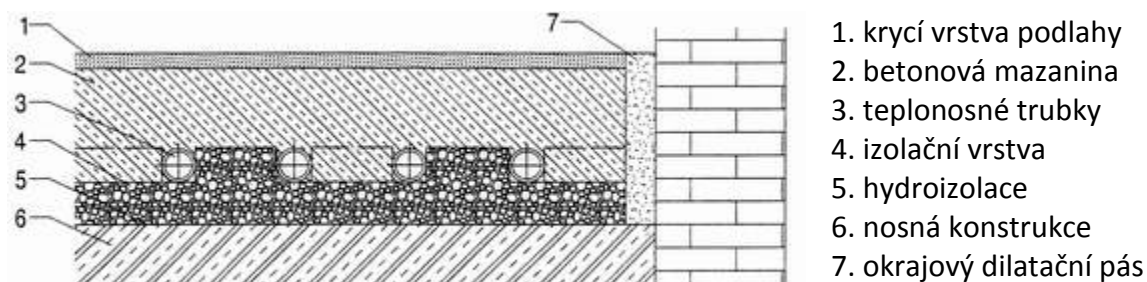
Zatímco topné folie a rohože představují přímotopnou variantu podlahového vytápění, topné kabely jsou používány pro akumulční vytápění. Po zahřátí celé podlahové desky (naakumulování tepla na noční proud do vrstvy betonu) je během dne teplo vyzařováno do obytných místností. Tento způsob podlahového vytápění má velkou setrvačnost a je obtížněji regulovatelný a při náhlém venkovním oteplení mohou místnosti být přetápěny.

2.4.4 Dělení podle montáže

MOKRÝ ZPŮSOB

Mokrý způsob provedení podlahového vytápění je nejrozšířenější. Jak znázorňuje obr. 7, jedná se o uložení topné trubky přímo do betonové mazaniny, která slouží zároveň jako rozvodná deska pro zrovnoměnění tepelného toku po celé ploše podlahy.

Takto provedené podlahové vytápění pracuje s teplotou vody 35 – 55 °C a dosahuje výkonu od 50 W/m² do 120 W/m² [1].

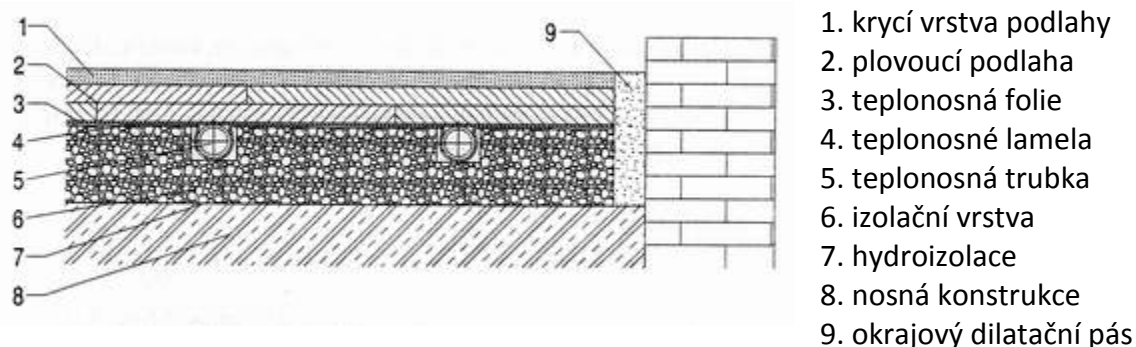


Obr. 7 - Mokrý způsob provedení – systémová deska [3]

SUCHÝ ZPŮSOB

Jak znázorňuje obr. 8, trubky jsou uloženy do izolační vrstvy, umístěné pod betonovou deskou. Od cementového potěru jsou odděleny speciální vrstvou a to buď plastovou, nebo kovovou fólií.

Takto provedené podlahové vytápění pracuje s vyšší teplotou topné vody 40-70 °C a dosahuje nižších výkonů do 90 W/m² [1,3]. Hlavní výhody tohoto systému je možnost okamžitého zátoku. Použití je především u dřevostaveb a rekonstrukcí.



Obr. 8 - Suchý způsob provedení [3]

2.4.5 Dělení podle materiálu

Zdánlivě ideální nerezové potrubí naráželo v praxi na problém spojování. Svařování vyžaduje v tomto případě speciální technologický postup, protože jinak dochází k nežádoucí rekrytalizaci. Začátkem sedmdesátých let však nastal obrat, když firma Mannesmann vyvinula spoj nerezových trubek lisovanými objímkami z autentické nerezové oceli. Široké použití má též měkké měděné potrubí. Materiál, ze kterého se potrubí vyrábí je dezoxidovaná měď (SF-Cu) s obsahem čisté mědi minimálně 99,90 %. U podlahového vytápění se převážně používají měkké trubky F22 dodávané ve svitcích s pevností 220 N/mm², které jsou povlakovány PVC, což zabraňuje vzniku bodové koroze při působení

betonových či omítkových směsí. Z plastů je teoreticky možné pro podlahové vytápění použít: síťovaný polyetylén PEX, polypropylen blokový kopolymer PP-B, polypropylen statistický kopolymer PP-R, polybuten PB, chlorovaný polyvinylchlorid C-PVC.

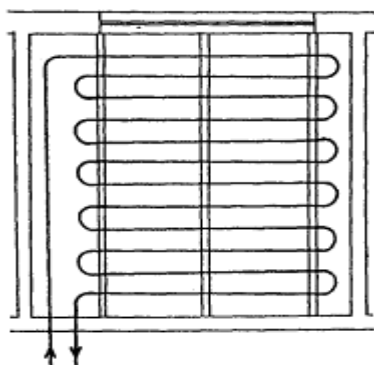
Výchozí surovinou síťovaného polyetylénu je většinou vysokohustotní polyetylén, u něhož se speciálními chemickými nebo fyzikálními postupy dosáhne "příčného" zesíťování molekulových řetězců. Výsledný produkt má velmi dobré mechanické vlastnosti, vysokou odolnost proti šíření trhlin, vysokou houževnatost a velmi dobrou tlakovou odolnost za vyšších teplot. Zároveň nám poskytne ochranu proti difúzi kyslíku přes stěnu trubky do otopné vody.

2.4.6 Dělení podle provedení

Uložení topných hadů

Uložení potrubí se rozumí osazení otopných hadů do betonové mazaniny z hlediska mokrého způsobu a do izolační vrstvy pod betonovou deskou z hlediska suchého způsobu provedení. Podle požadavků na vzájemné vzdálenosti potrubí, podle uchycení topných hadů, použitých upínacích prvků a zejména podle dispozičních požadavků každé místnosti, se principiálně kladení topných hadů dělí podle obr. 9 a 10 na:

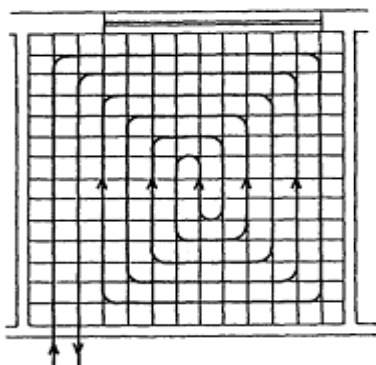
- Meandrové



Obr. 9 - Meandrový způsob [3]

Meandrové tvarování otopného okruhu je znázorněno na obr. 9. Při tomto způsobu kladení klesá teplota otopné vody od venkovní stěny k vnitřní, což způsobuje rovnoměrnější rozdělení teplot ve vytápěném prostoru. Oblouky se tvarují pod úhlem 180°, což vyžaduje užívání trubek menších průměrů (např. 16 x 2 mm, 17 x 2 mm).

- Spirálové

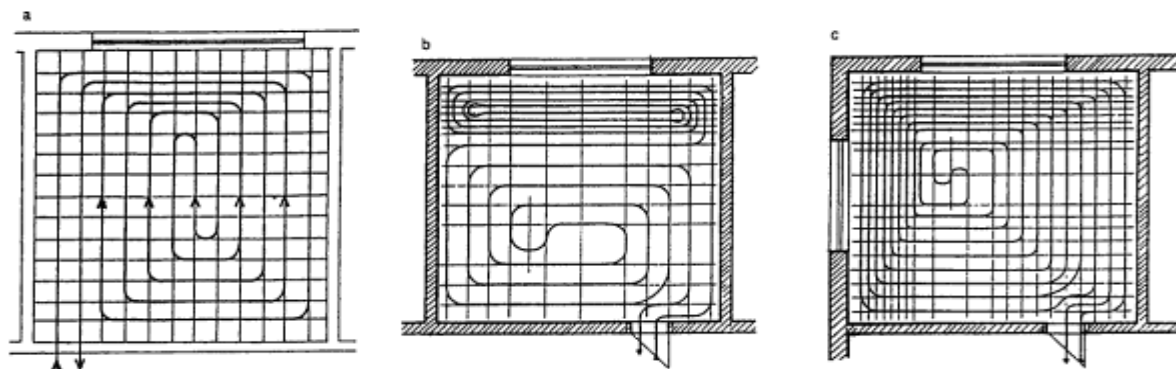


Obr. 10 - Spirálový způsob [3]

Pokládku v podobě plošné spirály ukazuje obr. 10. U tohoto způsobu kladení je povrchová teplota podlahy po celé její ploše rovnoměrná. Nevýhodou je pokles vnitřní teploty vzduchu v horizontálním směru od vnitřní konstrukce k obvodové konstrukci. Pro uložení trubek do meandru se většinou navrhnou trubky 18 x 2 a 20 x 2 mm, neboť tvarování umožňuje menší poloměry pod úhlem 90°.

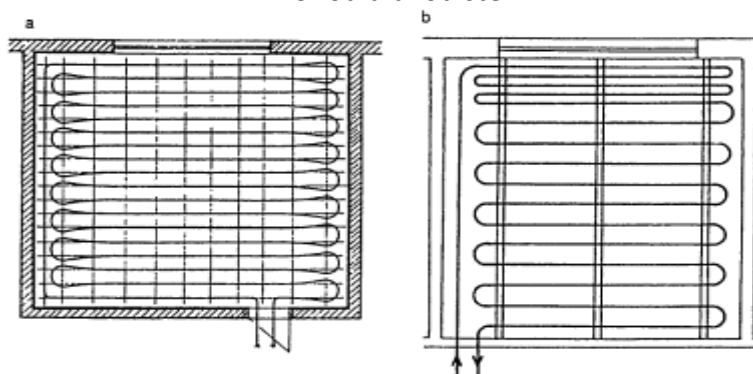
Způsoby pokládek pro ochlazovanou místnost

Oba způsoby umožňují kladení s okrajovou intenzivní zónou obr. 11 a 12. Tato okrajová zóna částečně eliminuje negativní vliv ochlazovaných konstrukcí na vytváření místní tepelné nepohody. Okrajová zóna se umísťuje k okenní stěně či do rohu objektu v šířce 0,5 až 1,0 m.



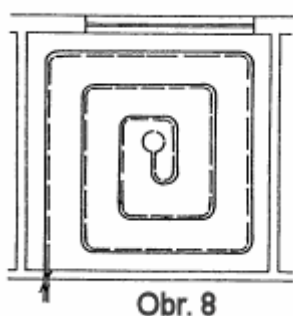
Obr. 11 - Kladení ve tvaru plošné spirály [3]

a) s okrajovou zónou - zhuštění, b) s okrajovou zónou - zvlášť vytvořenou; c) s okrajovou zónou u dvou stěn

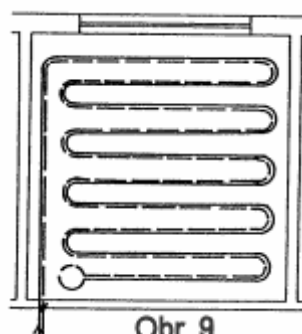


Obr. 12 - Meandrový způsob pokládky [3] - a) bez okrajové zóny, b) s okrajovou zónou

U bifilární pokládky obr. 13 a 14, lze dosáhnout jakéhosi zprůměrování teploty otopné vody dvou vedle sebe běžících potrubí a tak dosáhnout vyrovnané povrchové teploty po celé podlaze. Tento účinek se však výrazněji projeví u meandrové pokládky [1].



Obr. 8



Obr. 9

Obr. 13 - Meandrové bifilární kladení [3]

Obr. 14 - Spirálové bifilární kladení [3]

2.5 Podlahové vytápění na našem trhu

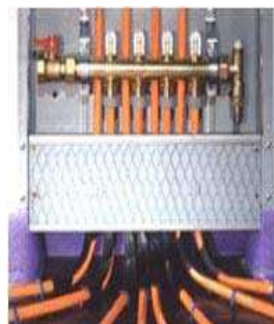
1. GABOTHERM
2. REHAU

Všechny tyto systémy pracují s náběhovou teplotou okruhu 30 - 55°C. Výrobci dále nabízejí provedení podlahového systému mokrým či suchým způsobem. Každý výrobce má své specifiky, jako použitý materiál otopných trubek, způsob uchycení, profilové desky, způsob pokládky atd.

Použitý materiál u jednotlivých systémů

1. Trubky Gabomax vlastnosti:

- Vysoká pružnost zaručuje velmi příznivé podmínky pro zpracování trubek při nižších teplotách (okolo bodu mrazu).
- Životnosti 50 let a při teplotě 95 °C nejvyšší bezpečnostní faktor.
- Zachování mechanických vlastností i při stálé teplotě 90 °C a tlaku 0,4 MPa.
- Příznivá charakteristika tečení umožňuje použití jak svěrných, tak lisovaných spojů (gabopress).
- Výhodný poměr kvalita / cena.



Obr. 15 - Trubky gabomax [17]

2. Trubky RAUTHERM S vlastnosti:

- Materiál PE-Xa (vynikající pevnost i při vyšších teplotách do 110 °C, odolná proti vzniku napěťových trhlin, tvarově stabilní -tzv. paměťový efekt, vynikající odolnost proti stárnutí následkem tepla, velmi dobrá rázová a vrubová houževnatost až pod - 50 °C, vysoká pevnost proti oděru, při zlomu trubky žádné poškození materiálu, atd.).
- Vysoká flexibilita.
- Rychlá a jednoduchá tvorba spoje.
- Nerozebíratelné spojení, možnost pokládat i přímo pod omítku či do podlahy.
- Nevzniká žádná významná tlaková ztráta ve fitinku.

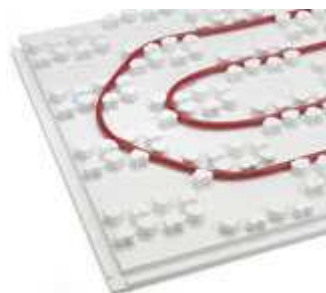
Druhy systémových desek

Pro mokrý systém

1. Pro firmu Gabotherm jsou na trh dodávány dva druhy systémových desek, které se používají v závislosti na pracovním zatížení:

- Při pracovním zatížení do 500 kg/m² u obytných a administrativní budov deska gabotherm 35/32, výška 52 mm.
- Při pracovním zatížení do 7 500 kg/m² u průmyslových staveb (např. autosalony) deska gabotherm 10, výška 30 mm.

2. Firma Rehau používá systémové desky Vario:



- Možnost pokládky trubek s rozsahem od 15° do 180°.
- Rozteč pokládky v násobcích 5 cm.
- Možnost provozního zatížení až do 8000 kg/m².
- Celková výška 46 mm.

obr. 16 - Systémová deska Vario [18]

Pro suchý systém

1. U suchého způsobu jsou používány Fermacellove desky s vyfrézovanými vodícími drážkami, které byly vyvinuty speciálně pro trubky gabotherm 12 x 1,3 mm.

- Tloušťka desky 18 mm.

2. Základem suchého systému Rehau jsou pokládací desky Rehau s nakaširovanými roznášecími hliníkovými plechy. Tyto desky umožňují instalaci trubek v rozteči 12,5 a 25 cm.

- Min. tlakové zatížení při 2 % stlačení je 500 kg/m².
- Celková výška 30 mm.

Druhy pokládek jednotlivých systémů

1. Gabotherm

SUCHÝ SYSTÉM GABOTHERM KB 12

Systém podlahového vytápění KB 12 se používá jako takzvaný podlahový topný okruh provedený formou suché montáže. Další zvláštnost představuje možnost přímého kladení dlaždic (bez vložené fermacellove desky) na desku podlahového vytápění gabotherm. Tento systém je mimořádně vhodný v případech velmi nízkých podlahových skladeb.

Vlastnosti:

- Minimální výška podlahové skladby v bytové výstavbě od 30 mm.
- Přípustné užitkové zatížení 200 kg/m² pro obytné a kancelářské místnosti.
- Rozestup uložení trubek 100 mm.
- Max. délka topného okruhu 80 m.
- Topný výkon systému dosahuje cca. 75 až 85 W/m².

MOKRÝ SYSTÉM GABOTHERM 1·2·3

Systém podlahového vytápění gabotherm 1·2·3 je určený k přímému zalití betonovým potěrem. Základ tvoří systémová deska 1·2·3, která zabezpečuje rychlou montáž pro niž jsou zapotřebí jen dva úkony: položení systémových desek a položení trubek. Před zalitím trubek se do potěru přidává plastifikační prostředek gabotherm, který zlepšuje tekutost potěru a zvyšuje pevnost v tlaku a pevnost v tahu při ohybu.



Obr. 17 - Gabotherm 1·2·3 [17]

2. Rehau

SUCHÝ SYSTÉM REHAU

Suchý systém podlahového vytápění Rehau umožňuje instalaci podlahového vytápění na stavební konstrukce, kde z důvodu statiky by nebylo možné realizovat podlahové vytápění klasickou technologií tj. s betonovou mazaninou. Základem jsou systémové pokládací desky Rehau s roznášecími hliníkovými plechy. Napojení se uskutečňuje na osvědčené rozdělovače HKV. Tento systém nalézá pozitivní ohlas všude tam, kde na jedné straně je požadavek na podlahové vytápění a současně jsou určitá stavebně technická omezení.

MOKRÝ SYSTÉM KARI SÍŤ

Možná rozteč pokládky trubek je od 5 do 30 cm. Nosná rohož Rehau je pokládána přímo na krycí fólii Rehau. Díky přiléhající kari síti je krycí fólie dobře chráněna před poškozením, nedochází k žádnému pronikání vody a betonové mazaniny.

Přednosti:

- Univerzálně použitelný, nezávislý na zvolené izolaci.
- Při použití izolace PUR vhodný pro oblasti s vysokou zátěží.
- Velmi rychlá pokládka.

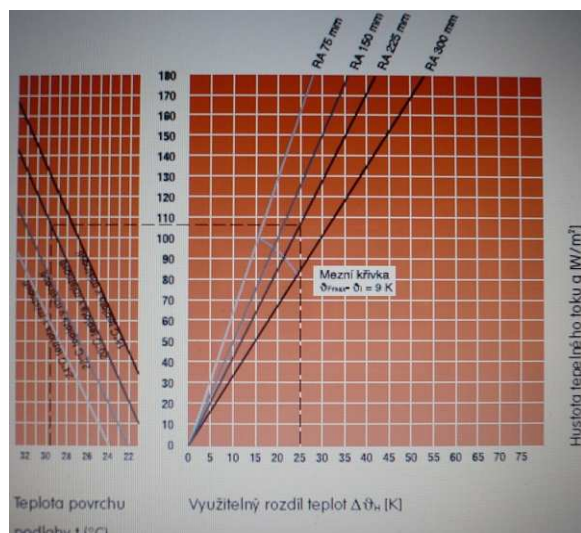


Obr. 18 - Kari síť [18]

Srovnání měrných tepelných výkonů - q [W/m^2]

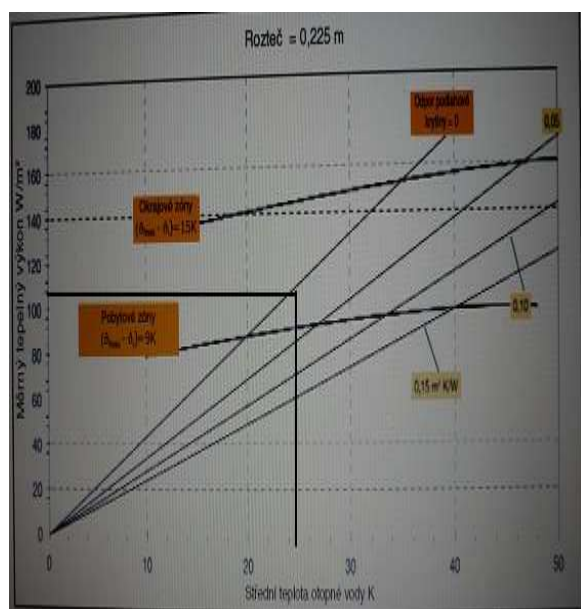
Z grafů na obr. 19 a 20 je zřejmé, že velikost tepelných výkonů jsou závislé na odporech nášlapné vrstvy - $R_{\lambda,B}$, rozteči trubek - RA a využitelného rozdílu teplot. Každý výrobce proto uvádí specifická data pro svůj systém.

Gabotherm



Obr. 19 - Diagram tepelného toku [17]

Rehau



Obr.20 - Diagram tepelného toku [18]

Z předcházejícího je tedy evidentní, že výkon obou podlahových systémů je zhruba stejný. Tento případ byl ukázkou, tepelného toku, kde podlahovou krytinu tvořili dlaždice s odporem $R_{\lambda,B} = 0,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ (např. v koupelně).

Příklad odečítání hodnot:

Při využitelném rozdílu teplot 25 K a při rozestupu trubek 225 mm dosáhne hustota tepelného toku 105 W/m^2 . Teplota povrchu podlahy při prostorové teplotě 20°C je průměrně 29°C (pobytová zóna).

Na našem trhu disponuje spousta dalších výrobců podlahového vytápění, jako PEDOTHERM, UNIVERSA, REVEL-PEX atd. Proto při volbě podlahového vytápění, můžeme vybírat z mnoha aspektů.

2.6 Výhody a nevýhody podlahových systémů

Podlahovým vytápěním se dosahuje téměř ideálního rozložení teplot ve vytápěné místnosti. Teplá podlaha vyzařuje teplo na člověka. Vzduch v místnosti se ohřívá konvekcí a při pomalém proudění vytváří příjemné prostředí. Sáláním se sdílí až 60 % celkového výkonu a tepelná pohoda se dosahuje i při nižší teplotě vzduchu ve vytápěné místnosti. Tím klesají tepelné ztráty infiltrací a větráním.

Z principu podlahového vytápění plynou však i některé nevýhody, které musí projekt respektovat. Na příklad zalití otopných trubek do betonové vrstvy velice zhoršuje případné opravy. Rekonstrukce nebo dodatečné změny ve velikosti otopných ploch jsou vždy spojeny s náročnými stavebními pracemi. Určité omezení je i v tom, že už při návrhu velikosti otopných ploch musí být známo zakrytí podlahy např. kuchyňskou linkou nebo rozměrnějším soklovým nábytkem, protože výrazně omezuje předávání tepla.

Mnohdy se uvádí, že podlahové vytápění je investičně náročné. Podstatnou část nákladů však tvoří stavební práce, tepelná izolace a konstrukce podlahy. Pokud se jedná o novostavbu, zřejmě budeme na počáteční investici nahlížet shovívavěji než-li tomu bude u rekonstrukce.

2.7 Vytápění průmyslových staveb

Jako ve všech budovách je i v průmyslových stavbách nutné dosažení jisté kvality mikroklimatu. Důvody se mohou samozřejmě od všeobecných řešení v občanských budovách lišit. Prvotním požadavkem nemusí proto být řešení vedoucí k dosažení tepelné pohody pracovníků, ale k dosažení optimálního mikroklimatu důležitého pro kvalitu výroby za co nejmenší energetické náročnosti budovy. Řešení tepelné pohody je tedy jakýmsi vedlejším požadavkem. Nemůžeme ovšem zajištění pracovních podmínek zcela zanedbat.

Stav, který můžeme označit za tepelnou pohodu, bude záviset na činnosti pracovníků, tedy na velikosti produkovaného tělesného tepla. Při dosažení tepelné rovnováhy mezi pracujícím člověkem v takovém prostředí při suchém ochlazování můžeme označit stav tepelné pohody, který lze orientačně určit z teploty kulového teploměru t_q případně operativní teploty. V průmyslových provozech jsou však obvyklé nerovnovážné rozložení teplot. Proto mohou nastat případy, kdy je nutné řešit každé pracovní místo zvlášť. Jsou to zejména provozy, ve kterých vzniká velké množství odpadního tepla a pracovník je vystaven vysoké tepelné zátěži. Zde dochází k uplatnění vzduchových sprch a vzduchových oáz. Nebo naopak v provozech, kde jsou z technologických důvodů udržovány nízké teploty například pro skladování. Zde se musí řešit tepelná pohoda změnou oděvu, nebo lokálními zdroji tepla jako jsou infrazářiče a podobně [7,8].

Průmyslové stavby se v zásadě z hlediska tepelné produkce dělí na tři skupiny. Jejich rozdělení určuje velikost měrné tepelné objemové zátěže q_v . Jsou to provozy [7]:

- Chladné – $q_v < 25 \text{ W/m}^3$
- Provozy teplé – $80 > q_v > 25 \text{ W/m}^3$
- Provozy horké – $q_v > 80 \text{ W/m}^3$

Každý z těchto provozů je charakteristický pro určitý typ instalované technologie výroby. Proto jsou horké a teplé provozy charakteristické například pro ocelárny, válcovny, sklárny, slévárny atd. Naopak provozy chladné jsou typické pro montážní haly, obrobní, svařovny a jiné provozy bez větších zařízení s velkou produkcí tepla. Typickou ukázkou horkého a chladného provozu je na obr. 21. Zde je zřejmý velký tepelný zisk při transportu ingotu z pece a naopak nutnost vytápění automobilové dílny bez větších tepelných zisků.



Obr. 21 - Typický horký a chladný provoz [16]

2.8 Otopné sálavé systémy pro průmyslové objekty

Sálavé otopné systémy se umísťují pod strop objektu. Zde nepřekáží provozu haly a plocha, kterou mohou ozářit je větší. Jelikož se tepelné záření šíří všemi směry od svého zdroje, je i prostor nad tepelným zářičem ohříván touto energií. Většinou je však úkolem sálavého zdroje ohřívát prostor pouze pod sebou. Záření do prostoru střešního pláště je zmařeno jeho odvedením do venkovního prostoru. Proto musí mít tepelný zářič směrové stínění, které zajišťuje soustředění energie do omezeného prostorového úhlu. Stínění je řešeno materiálem s co nejnižší absorptancí a co nejvyšší reflektancí. Úplného odrazu však ne vždy zcela dosáhneme, proto je vždy část energie pohlcena materiálem reflektoru. Aby nedocházelo k úniku tepla prostupem a následnou konvekcí, je materiál reflektoru navíc opatřen izolačním materiálem. Poměr mezi energií užitou na vyzáření pod rovinu zářiče a energií přeměněnou na tepelnou v oblasti zářiče udává výrobce. Největší vliv na tento poměr má uhel natočení zářiče. Proto by měl být zářič vždy umístěn rovnoběžně s podlahou. Při naklonění od této roviny se ztráta tepelné energie značně zvyšuje a instalace takových panelů ztrácí svůj význam. Pro sálavé vytápění v jiném směru než kolmém na podlahu jsou vyráběny zářiče speciálních konstrukcí, které tento jev eliminují. Jsou to například zářiče stěnové, které lze instalovat při jistých úhlech natočení při hospodárném provozu. Ze Stefanova - Boltzmanova zákona je vidět, že veličinou, která určuje velikost přenesené energie je absolutní teplota. Vyzářená energie je úměrná čtvrté mocnině rozdílu teplot Kelvinovi stupnice. Další veličinou vystupující v tomto vztahu a ovlivňující velikost vyzářené energie je poměrná emisivita ϵ . Ta je však materiálovou konstantou. Může být sice závislá na teplotě, ale v určitém rozsahu, který udává výrobce ji můžeme považovat za konstantu.

Velikost výkonu lze tedy regulovat změnou povrchové teploty zářiče. U vody je to zpravidla teplota do 130 °C. U spalování plynu je rozhodující proces spalování. Pokud je plyn spalován plamenem je teplota trubice, kterou zahřívá, okolo 500 °C. Pokud jde o katalytické bezplamenné spalování na keramických destičkách je teplota povrchu zářiče okolo 900-1200°C. Při takové teplotě je výsledkem tepelného záření i záření v oblasti viditelného světla. Proto takovým zářičům říkáme zářiče světlé, protože při své teplotě již svítí a je vidět jestli

jsou v provozu či nikoliv. Systémy plamenného spalování jsou většinou spolu se systémy teplovodními tmavé zářiče[12].

2.8.1 Tmavé zářiče

V systémech sálavého vytápění jsou tělesa, která mají teplotu povrchu větší než je požadovaná teplota v prostoru, nebo než je teplota povrchu lidského těla. Tmavými zářiči tedy označujeme zářiče, které při své provozní teplotě nemají ve spektru záření obsaženu viditelnou složku. Takovými zářiči jsou zářiče s povrchovou teplotou zejména nižší než 600 °C. Patří sem tedy systémy horkovodní, parní a systémy plamenného spalování zemního plynu.

2.8.1.1 Horkovodní sálavé systémy

U horkovodních otopných soustav stropního sálavého vytápění je otopným médiem horká voda proudící v registrech sálavých panelů. Teploty jakých se zde dosahuje, mohou být až 160 °C. Zpravidla však teplota nebývá větší než 135 °C [12]. U vyšších teplot jsou již velké nároky na zařízení, úpravu vody a těsnost celé soustavy. Voda vstupující do soustavy registrů sálavých panelů může být ohřívána buď v lokální výtopeně, nebo přiváděna z teplotní sítě. Výkon zářičů udává výrobce v technickém katalogu výrobků. Výrobce si musí nechat provést od autorizované zkušebny výpočet pro výkon každého výrobku zvlášť. Výkon takového zářiče vztahený na jeden metr panelu je dán podle vztahu (3):

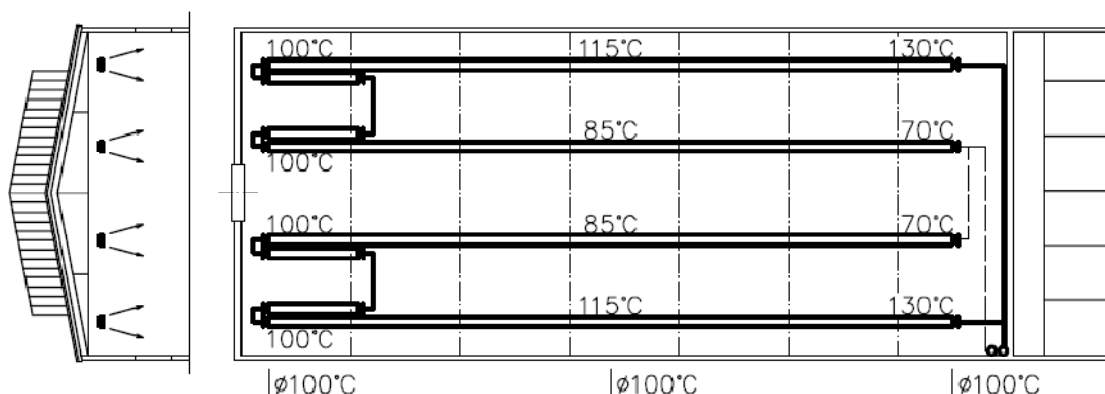
$$q = 1,1 \cdot C \cdot \Delta t^n \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (3)$$

Kde rozdíl teplot Δt je dán vztahem (4)

$$\Delta t = \frac{t_{m1} + t_{m2}}{2} - t_g \text{ [K]} \quad (4)$$

Kde t_{m1} - teplota média na přívodu, t_{m2} - teplota média na zpátečce, t_g - referenční teplota, n , C - konstanty určené experimentálně. Výkon zářiče je tedy závislý na teplotě v prostoru a rozdílu teplot na přívodu a zpátečce otopné soustavy. Rovnice je vždy aktuální pouze pro jmenovitý průtok otopného média. Horkovodní sálavé systémy mají při větších rozměrech velkou dobu náběhu, ale i velkou setrvačnost po odstavení od zdroje tepla. Proto musí být s těmito vlastnostmi počítáno při regulaci, aby nedocházelo ke zbytečným energetickým ztrátám, nebo k nedostatečnému využití systému. Čím větší teplota, tím větší výkon zařízení. S rostoucí teplotou však rostou nároky na konstrukční řešení. Zejména pak u teplot nad 100 – 110 °C kde je nutná stoprocentní těsnost soustavy. Soustavy s teplotou pod 100 °C, například s teplotním spádem 90/70 °C jsou již soustavou teplovodní. Při těchto teplotách lze použít konstrukce s velice nízkými konstrukčními nároky. Avšak výkon takových zařízení je značně omezen. Pro větší výkony by byla nutná rozměrná provedení, která vedou k vysoké hmotnosti registrů a otopné vody a vysoké ceně. Na takové zařízení nemusí být konstrukce střechy, na kterou je většinou systém zavěšen navržena. Teplotní spád bývá většinou volen 130/90 °C, ale i vyšší. U jednoho zařízení lze teplotní spády s výhodou rozdělit pro jednotlivé úseky zvlášť. Například registry u stěny haly mohou mít teplotní spád 130/90 °C na pokrytí tepelných ztrát při okraji stěny a ve středu lodi, kde je vstup registru totožný s výstupem krajního registru bude teplotní spád 90/70 až 60 °C. Tímto způsobem zapojování lze dosáhnout rozložení výkonu autentického s velikostí ztrát. Ukázka takového zapojení je na obr. 22. K takovému rozložení mohou být navíc s velkou výhodou využívány sestavy schopné jiných tvarů než přímého vedení registrů. Výška vedení takové soustavy je závislá na

velikosti objektu, většinou je však nejmenší výškou zavěšení 6 m nad podlahou. Obvykle potom 8 - 12 metrů [12].



Obr. 22 - Zapojení topných registrů s nerovnoměrným pokrytím výkonu [15]

Konstrukce panelů je řešena několika způsoby. Buď jsou trubkové registry samostatně uchyceny ke konstrukci panelu a účinnou plochou je pouze plášť trubek. Takové řešení je levné avšak ne dostatečně účinné. Trubky musí být navrženy ocelové z konstrukčních důvodů, ale jejich účinnost lze zvýšit zalisováním do hliníkového plechu, který je dobrý tepelný vodič. Hliníkový plech je však natřen barvou, protože samotný hliník by nepřenášel takový tepelný tok. Kompaktní řešení usnadní montáž panelů a sníží jeho hmotnost v poměru k jednotkovému výkonu. Ukázka takového kompaktního panelu je na obr. 23.



Obr. 23 - Kompaktní tmavý zářič s vodním vytápěním [15]

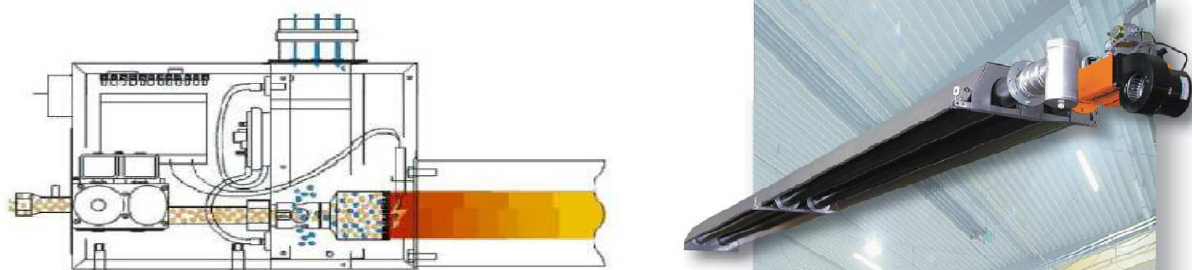
Celá soustava musí být vyspádována, aby nedocházelo k zavzdušnění. Všechny regulační prvky a části podléhající pravidelné kontrole nebo údržbě je vhodné umístit co nejbližší podlaze. Panely jsou často umístěny vysoko nad podlahou v těžko přístupných oblastech.

Hmotnost otopné soustavy může snížit využít vodní páry jako otopného média. Zde je hmotnost soustavy menší o hmotnost otopné vody. Takový systém však klade nároky na těsnost a pevnost konstrukčních prvků. Navíc se potýká s problémem regulace, kdy nelze měnit teplotu páry a musí být regulována vypínáním a zapínáním systému, což vede k ne hospodárnému provozu. I zde musí být potrubí vyspádováno, aby mohl vzniklý kondenzát odtéct ze soustavy a nebránil průchodu páry. V dnešní době se z těchto důvodů jejich použití téměř vypustilo.

2.8.1.2 Zářiče s plamenným spalováním plynu

U zářičů, které spalují buď zemní plyn, nebo propan-butan lze dosáhnout teploty v přívodu do trubice teplotu okolo 500 °C. Tato teplota se může lišit podle výrobce a konstrukce zařízení. Většinou však pro hospodárny provoz při použití běžných materiálů teplota nepřesáhne teplotu 600 °C, tedy nepřejde do oblasti světlých zářičů. Vlastní konstrukce je sice částečně tajemstvím každého výrobce, ale základní konstrukce, prvky a princip zařízení jsou shodné. Tvar zářiče je řešen jako U trubice nebo I trubice. V dnešní době se navíc s výhodou uplatňují kompaktní zářiče, jejichž tvar a velikost lze při návrhu libovolně upravit. Energetickým médiem takového zařízení je buď zemní plyn, nebo propan - butan. Přiváděný plyn je upraven na požadovaný tlak a tryskou vháněn do spalovací komory, kde po smíšení se vzduchem a zapálení vstupuje do procesu spalování. Tepelná energie uvolněná z tohoto procesu způsobí ohřev trubice zářiče. Teplota postupně s délkou zařízení klesá až na teplotu částečně ochlazených spalin. Tato teplota se pohybuje v rozmezí zhruba 160 - 250°C [10].

Odtah spalin musí být vyveden do venkovního prostoru buď ventilátorem, nebo může být při malých vzdálenostech, pokud to připouští výrobce zajištěn přirozeným tahem zařízení. Přívod spalovacího vzduchu může být řešen buď z venku, nebo z vnitřního prostoru. S provozní teplotou tmavých zářičů oproti zářičům světlým je spojena jejich jednodušší konstrukce, tudíž menší cena a větší životnost. Z hlediska tepelné pohody jsou tmavé zářiče výhodné při dostatečně velkých plochách, nebo při malých teplotních rozdílech všech předmětů v prostoru. Nevýhodou těchto zářičů je velká doba dosažení plného výkonu, která může být až v desítkách minut. Umístění takového zářiče například nad prostor vrat k pokrytí ztrát při jejich otevření je proto naprosto nevhodný. Funkce tmavého zářiče a vlastního výrobku je na obr. 24.



Obr. 24 - Funkce tmavého zářiče s vlastním výrobkem [13]

Při sálavém vytápění prostorově rozlehlých objektů, kde jsou velké tepelné ztráty je však taková konstrukce nedostatečná. Počet zařízení by byl neúměrně velký. Proto se v takových případech uplatní zářiče světlé s vyšší povrchovou teplotou.

2.8.2 Světlé zářiče

Při vyšších povrchových teplotách se projeví i vlnové délky viditelného záření. Takové otopné plochy jsou světlými zářiči. Ve většině případů se jedná o bezplamenné katalytické spalování plynu na keramických destičkách. Pórovitý keramický materiál propustí právě tolik plynovzdušné směsi, která stačí na povrchu shořet. Schéma spalování plynu a ukázka skutečného zářiče je na obr. 25.



Obr. 25 - Ukázka spalování plynu ve světlém zářiči se skutečným výrobkem [13]

Teplota povrchu je okolo $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ i vyšší [15]. Problémem u této konstrukce je odvod spalin, které nejsou jako v případě tmavých zářičů izolovány spalovací trubici. Dalším problémem je vhodné směrové stínění při okrajích spalovací plochy. Jelikož celé zařízení pracuje za vysokých teplot, jsou nároky na použité materiály značně vyšší než u tmavých zářičů. Nejde jen o pevnostní vlastnosti při vysokých teplotách, ale i o charakteristické vlastnosti materiálu jako je například poměrná emisivita reflektorů. I zde je nutná dostatečná izolace zabráňující nadměrným ztrátám ohřevem vzduchu z povrchu zařízení přestupem tepla konvekcí.

2.9 Hlavní výhody zářičů

Volbou topného systému se sálavými panely bude vytvořeno pracovní prostředí s maximální tepelnou pohodou, naprosto bezhlučného a bez nepříjemného pocitu vyvolaném proudícím vzduchem. V některých typech provozů (např. zařízení pro zpracování dřeva), absence nuceně proudícího vzduchu značně zlepšuje pracovní prostředí a kvalitu vnitřního ovzduší, z důvodu snížení víření prachu a jiných nečistot přítomných ve vzduchu.

Skutečnost, že konstrukce sálavých panelů neobsahuje žádné motory nebo další elektrické součástky a že nosným médiem energie je ve většině instalací voda, znamená nulové riziko exploze či vzniku požáru.

V oblastech se značnými denními výkyvy venkovních teplot, umožní systém sálavých panelů dosažení požadované teploty vzduchu, která bude udržovaná bez závislosti na často se měnících venkovních parametrech vzduchu. Jedním z rysů sálavých panelů je nižší tepelná setrvačnost, než je tomu u jiných sálavých systémů, např. u podlahového vytápění.

Sálavé panely mají velmi dlouhou životnost a zároveň extrémně nízké náklady na údržbu. Minimální náklady na údržbu společně se značnými úsporami energie přináší výhody, které oslovily již několik největších světových společností vnímajících každý odůvodněný výdaj jako investici do budoucnosti.

3 ZÁVĚR

Obecně se dá říci, že velkoplošné vytápěcí systémy se hodí do těch objektů, které se vyznačují nízkou potřebou tepla pro pokrytí tepelných ztrát, Jsou to tzv. nízkoenergetické domy. Právě díky omezení teplotou povrchu přenese podlahové topení do objektu jen teplo úměrné velikosti podlahové plochy. Pokud toto teplo nestačí, nastupují různé kombinace systémů. U elektrických se jedná o zařazení například přímotopných elektrických konvektorů. V případě teplovodního to mohou být větve s radiátorovými tělesy. Dnes však existuje nepřehledné množství různých aplikací kombinovaných vytápěcích systémů využívající i různé zdroje tepla.

Systém vytápění infrazářiči je pro svou nehluknost a nenáročnost údržby vhodný pro široké použití v průmyslu, v komerčním sektoru. Sálavé vytápění je uznáváno jako způsob efektivního vytápění. Z tohoto důvodu je dobré vytvořit porovnání spotřeby paliva při vytápění mezi zářiči a systémem konvekčního vytápění. Většina výpočtů spotřeby paliva je počítána na maximální zatížení vytápěcího systému a z tohoto důvodu vznikají mnohé nepřesnosti a chyby.

Při celkovém zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých systémů jsou, asi nejdůležitější provozní náklady.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Petráš, D.: *Podlahové teplovodné vykurovanie*. Bratislava: Jaga group v.o.s, 1998. ISBN 80-967676-6-6.
- [2] Brož, K.: *Vytápění*. Praha: ČVUT, 1998.
- [3] Petráš, Koudelková, Kabele: *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga Group 2004.
- [4] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov, část 2: Požadavky, ČSN 2002.
- [5] Valenta V. a kol.: *Topenářská příručka*. Praha: GAS 2001.
- [6] Podola, J.: Elektrické vykurovanie – chválené i zatracované. TZB HAUSTECHNIK, roč. 7, 1999.
- [7] Janotková, E.: *Technika prostředí*, Ediční středisko VUT Brno, Brno
- [8] Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.
- [9] Jícha, M.: *Přenos tepla a látky*, CERM Brno, 2001
- [10] Škropil, J.: *Plynové tepelné zářiče*, GAS, Praha, 1997
- [11] Pavelek, M.: *Termomechanika*, CERM Brno, 2003
- [12] Kotrbatý, Seidl: *Průmyslové otopné soustavy*, STP 2005
- [13] Schwank [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.schwank-cz.cz/>>.
- [14] TZB-info : *Stavebnictví, úspory energií, technické zařízení budov* [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/>>.
- [15] Kotrbatý : *Vytápění, Vzduchotechnika, Regulace* [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.kotrбаты.cz>>.
- [16] VÁLCOVNY TRUB CHOMUTOV a.s. [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vtchomutov.cz/>>.
- [17] Rehau : *Topení a sanita* [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.rehau.cz/>>.
- [18] Gabotherm : *Podlahové, stěnové vytápění* [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.kkh.cz/gabotherm/>>.